

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным занятиям
по дисциплине
«ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»
Для направления подготовки 04.03.01 Химия
Направленность (профиль) Химия окружающей среды,
химическая экспертиза и экологическая безопасность

Ставрополь, 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
Порядок работы в химической лаборатории	3
Оформление лабораторного журнала	4
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	
Свойства α -аминокислот, пептидов и белков.	5
Моносахариды, ди- и полисахариды.	7
Набухание растворов биополимеров.	14
Свойства полимеров.	16
Высаливание и желатинирование растворов биополимеров. Свойства студней.	19
Определение относительной средневязкостной молекулярной массы полимеров.	22
Каучуки.	25
Литература	28

Пояснительная записка

Применение физико-химических законов к процессам жизнедеятельности позволяет прогнозировать и предупреждать возможное развитие заболеваний и обосновывать разработку и применение новых лекарственных препаратов. Изучение раздела коллоидной химии дает теоретическую базу для овладения современными экспериментальными методами исследования медико-биологических систем. Данные методические указания содержат описание приборов и методики препаративных работ различных дисперсных систем и поверхностных явлений, широко распространенных в природе и технике.

Отличительной чертой предлагаемых методических указаний является возможность моделирования учебного процесса и развития у студентов навыков научного поиска и эксперимента, что требует самостоятельной работы при изучении теоретических основ дисциплины. Данные компетенции реализуются через контрольные вопросы.

Особое внимание уделяется соблюдению техники безопасности, учитывая специфику лабораторных работ.

Порядок работы в химической лаборатории

К работе в лаборатории студент приступает с разрешения ответственного (преподавателя или лаборанта) только после инструктажа и допуска по практическим занятиям. Инструктаж по технике безопасности проводится под роспись в журнале ТБ химической лаборатории каждый семестр на первом занятии как вводный, первичный и повторный. Ответственными на период проведения работы являются преподаватель и студент. Дополнительно на каждом лабораторном занятии студент при получении допуска к работе указывает правила техники безопасности с каждым индивидуальным веществом данной работы. Допуск включает также следующие позиции: подготовка теоретического материала, ознакомление с планом лабораторной работы и предоставление конспекта по тематике.

Работать в химической лаборатории разрешается только в спецодежде (халат, перчатки и т.д.).

Студенту в лаборатории отводится постоянное место (рабочий стол), и он обязан поддерживать его в чистоте и порядке. На рабочем столе должны находиться только те предметы, которые необходимы в данное время для работы. Все работы, за некоторым исключением, выполняются студентом в паре. Запрещается без разрешения преподавателя выполнять опыты, не описанные в руководстве.

Манипуляции с химическими реактивами выполняются в соответствии с техникой лабораторных работ и правилами безопасности.

Оформление лабораторного журнала

Студент обязан вести лабораторный журнал, который является документом, отражающим всю его работу. На обложке или первой странице журнала должны быть написаны фамилия студента, его инициалы, номер группы, учебный год и название практикума.

Запись в лабораторном журнале должна содержать: дату выполнения работы; название темы и опыта без сокращений; цель занятия, ход работы, рисунок приборов, уравнения и механизмы реакций; признаки реакции.

Графики строят на миллиметровой бумаге с точным обозначением величин на осях координат, и приводят их единицы измерения; графики снабжают заголовком, проставляют дату эксперимента и вклеивают в журнал.

В некоторых случаях возможно иллюстрирование материала фотографиями.

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Свойства α -аминокислот, пептидов и белков.

Цель работы: изучить свойства α -аминокислот, как мономеров высокомолекулярных соединений – белков; познакомиться с качественными реакциями на белки.

Реактивы и оборудование: глицин (1%-ный раствор), 0,1 %-ные растворы соляной кислоты и гидроксида натрия, 10%-ный раствор гидроксида натрия, карбонат меди (II), нитрит натрия (5%-ный раствор), соляная кислота (конц.), фенолфталеин, универсальная индикаторная бумага, тирозин (1%-ный раствор), раствор яичного белка, конц. раствор азотной кислоты, конц. раствор аммиака, цистеин (1%-ный раствор), ацетат свинца (II), сульфат меди (II) (25%-ный раствор), пробирки, пипетки, газовые горелки.

Опыт 1. Амфотерные свойства α -аминокислот. В одну пробирку наливают несколько мл 0,1 %-ного раствора соляной кислоты, а в другую примерно столько же 1%-ного раствора глицина. Полоску универсальной индикаторной бумаги опускают сначала в соляную кислоту и быстро сравнивают окраску со шкалой. Затем ту же самую бумажку опускают в раствор глицина и отмечают, изменилась ли окраска индикаторной бумаги. Далее в отдельную пробирку наливают 1 мл 0,1%-ного раствора щелочи и добавляют несколько капель фенолфталеина, отмечают окраску раствора. Туда же приливают равное количество раствора глицина и отмечают изменения в окраске раствора.

Опыт 2. Образование комплексов α -аминокислот с медью. В пробирку помещают одну лопаточку сухого карбоната меди (II) и добавляют 1 мл раствора глицина. Пробирку нагревают в пламени горелки, отмечают появившееся окрашивание. Полученный раствор осторожно декантируют с осадка в другую пробирку и добавляют в нее 2-3 капли 10%-ного раствора гидроксида натрия.

Опыт 3. Реакция α -аминокислот с формальдегидом (метод Сёренсена). Возьмите две пробирки. В пробирку №1 поместите 0,5 мл 1%-го раствора глицина и 1 каплю раствора индикатора метилового красного. Раствор приобретает желтую окраску (нейтральная среда). В пробирку №2 поместите 0,5 мл формалина и 1 каплю раствора индикатора метилового красного. Раствор в пробирке №2, имеющий красную окраску (кислая среда), осторожно нейтрализуйте добавлением 10%-го раствора гидроксида натрия с помощью пипетки до появления желтого окрашивания. Смешайте содержимое двух пробирок. Отметьте появление красного окрашивания.

Опыт 4. Реакция α -аминокислот с азотистой кислотой (метод Ван-Слайка). Смешайте в пробирке 0,5 мл 1%-го раствора глицина и равный объем 5%-го раствора нитрита натрия. Добавьте 2 капли концентрированной соляной кислоты. Смесь взболтайте. Наблюдается ли выделение пузырьков газа?

Опыт 5. Обнаружение ароматических α -аминокислот в белке (ксантопротеиновая реакция). Возьмите две пробирки. В пробирку №1 поместите 5 капель 1%-го раствора тирозина, а в пробирку №2 - такой же объем раствора яичного белка. В каждую пробирку добавьте по 3 капли концентрированной азотной кислоты и нагрейте. Отметьте появление окрашивания. Пробирки охладите и в каждую по каплям добавляйте концентрированный раствор аммиака.

Опыт 6. Обнаружение меркаптогруппы в цистеине (реакция Фоля). Возьмите две пробирки. В пробирку №1 поместите 5 капель 1%-го раствора цистеина, а в пробирку №2 - такой же объем раствора белка. В каждую пробирку добавьте по 3 капли 10%-го раствора гидроксида натрия. Содержимое пробирок нагрейте до кипения и в каждую пробирку добавьте по 3 капли раствора ацетата свинца (II). Отметьте окраску образующегося осадка.

Опыт 7. Обнаружение пептидной группы (биуретовая реакция). Возьмите две пробирки. В пробирку №1 поместите 5 капель 1%-го раствора глицина, а в пробирку №2 - 5 капель раствора яичного белка. В каждую пробирку добавьте равный объем 10%-го раствора гидроксида натрия, а затем по 2-3 капли 25%-го раствора сульфата меди (II). В какой из пробирок появляется красно-фиолетовое окрашивание?

Моносахариды, ди- и полисахариды.

Цель работы: изучить качественные реакции моносахаридов, как мономеров высокомолекулярных соединений – полисахаридов; изучить свойства ди- и полисахаридов.

Реактивы и оборудование: 1%-ный раствор глюкозы, 1%-ный раствор фруктозы, 5%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия, 5%-ный раствор нитрата серебра, 10%-ный раствор аммиака, 1%-ный раствор резорцина, 1%-ный раствор сахарозы, 1%-ный раствор лактозы, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 0,5%-ый крахмальный клейстер, 10%-ный раствор серной кислоты, разбавленный водный раствор йода, индикаторная бумага, пипетки, пробирки, электроплитки, газовые горелки, водяные бани, предметные стекла.

Опыт 1. Доказательство наличия диольного фрагмента в глюкозе.

В пробирку помещают 0,5 мл 1%-ного раствора глюкозы, 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия и по каплям добавляют 5%-ный раствор сульфата меди (II). Встряхните пробирку. Образующийся вначале осадок гидроксида меди (II) быстро растворяется с образованием ярко-синего раствора. Сохраните этот раствор для следующего опыта.

Опыт 2. Окисление моносахаридов гидроксидом меди (II) - проба Троммера.

К раствору, полученному в предыдущем опыте, добавьте 1 мл воды и разделите на две пробирки. Одну из них нагрейте над пламенем горелки до кипения, но не кипятите. Цвет раствора меняется от синего до жёлто-оранжевого, и образуется осадок (сравните с пробиркой, которую не нагревали).

Опыт 3. Реакция «серебряного зеркала».

В сухую и чистую пробирку поместите 0,5 мл 5%-ного раствора нитрата серебра, прибавьте 1 мл 10%-ного раствора NaOH и приблизительно столько же 10%-ного раствора аммиака до растворения осадка гидроксида серебра. Образовавшийся раствор называется *реактивом Толленса*. Добавьте к полученному реактиву 0,5 мл раствора глюкозы и слегка нагрейте пробирку на электроплитке или газовой горелке до появления окрашивания. Далее реакция идёт без нагревания, и металлическое серебро осаждается на стенках пробирки в виде зеркального налёта или выпадает в виде тёмного осадка.

Опыт 4. Качественная реакция на фруктозу - проба Селиванова (работа проводится под тягой!)

В две пробирки поместите по 1 мл 1%-ного раствора резорцина и конц. соляной кислоты. В пробирку №1 добавьте 1 мл раствора фруктозы, в пробирку №2 - такое же количество раствора глюкозы. Обе пробирки осторожно нагревают на электроплитке. В пробирке №1 раствор становится красным, в то время как в пробирке №2 заметных изменений окраски не происходит.

Опыт 5. Отсутствие восстановительной способности у сахарозы

В пробирку поместите 0,5 мл 1%-го раствора сахарозы и 3 мл 10%-го раствора гидроксида натрия. Смесь разбавьте 3 мл воды и добавьте 1 мл 2%-го раствора сульфата меди (II). Образовавшийся раствор комплексной соли меди (II) с сахарозой имеет интенсивно синий цвет. Разделите раствор по двум пробиркам. Одну из них нагрейте до кипения, но не кипятите. Изменения цвета не происходит (сравните с пробиркой, которую не нагревали).

Опыт 6. Восстановительная способность лактозы

Аналогично предыдущему, проделайте опыт с 0,5 мл 1%-го раствора лактозы. Полученный синий раствор комплексной соли меди (II) с лактозой разделите по двум пробиркам. Одну из них нагрейте до кипения. Цвет раствора меняется на желто-оранжевый, и образуется осадок. Вспомните, что у глюкозы наблюдался такой же результат, тогда как у сахарозы в тех же условиях изменения цвета не отмечалось.

Опыт 7. Качественная реакция на крахмал

В пробирку поместите 3 мл 0,5%-го крахмального клейстера и несколько капель раствора йода, разбавленного водой до светло-желтой окраски. Раствор приобретает синюю окраску. Нагрейте пробирку - окраска исчезает; при охлаждении раствора окраска появляется вновь.

Опыт 8. Качественные реакции на углеводы.

А. Реакция углеводов с α -нафтолом (реакция Молина)

В две пробирки наливают по 1 мл воды и вносят небольшое количество углеводов: в одну пробирку – сахарозу (или глюкозу), в другую – крахмал (или целлюлозу). Затем в каждую пробирку добавляют 1 -2 капли 15%-ного спиртового раствора α -нафтола и, наклонив пробирку, по стенкам из пипетки осторожно приливают по 1 мл концентрированной серной кислоты. Образуются два слоя: внизу – серная кислота, сверху – водный слой. Через небольшой промежуток времени на границе двух слоев появляется окрашенное кольцо, сначала зеленоватого цвета, потом фиолетовое.

Реакция с α -нафтолом – качественная реакция на углеводы. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой углеводы разлагаются, наряду с другими продуктами разложения образуется фурфурол и его производные: они конденсируются с α -нафтолом с образованием окрашенных продуктов. Напишите уравнения реакции дегидратации D-глюкозы (образование оксиметилфурфуrola).

Б. Реакция высших полисахаридов с реактивом Фелинга.

В две пробирки наливают по 1-1,5 мл 1%-ного крахмального клейстера и 1 %-ного раствора гликогена (животный крахмал) и добавляют равный объем реактива Фелинга. Жидкости перемешивают и нагревают верхнюю часть растворов до начинающегося кипения.

Изменяется ли окраска растворов? Объясните опыт.

В. Реакция с йодом.

В две пробирки наливают по 1 мл 1 %-ных растворов крахмального клейстера и гликогена и затем добавляют по несколько капель сильно разбавленного водой раствора йода в KI. В пробирке с растворами появляется интенсивное окрашивание. Какое? При нагревании этого раствора до кипения окраска исчезает, при охлаждении раствора снова появляется. Объясните почему?

Иодкрахмальная реакция применяется в аналитической химии для открытия как крахмала, так и йода. Крахмал широко применяется в качестве индикатора в иодометрии.

Г. Реакция на пептозаны (образование фурфуролa). (Тяга!)

В пробирку вносят сухие древесные опилки (высота слоя 1-1,5 см) и добавляют соляную кислоту (1:1) в таком количестве, чтобы она покрыла опилки. На полоску фильтровальной бумаги наносят 1-2 капли анилина и 1-2 капли ледяной уксусной кислоты (в то же пятно). Смоченную уксуснокислым анилином фильтровальную бумагу подносят к отверстию пробирки и кипятят смесь опилок с соляной кислотой. Фурфурол, содержащийся в выделяющихся парах, образует на бумаге яркое розово-красное пятно. Для отгонки фурфуролa, летучего с водяным паром, пробирку закрывают изогнутой газоотводной трубкой, ее конец опускают в пустую пробирку-приемник, охлаждаемую в стакане с ледяной водой. Отгоняют несколько капель водной эмульсии фурфуролa. В пробирку-приемник добавляют каплю анилина и 1 каплю ледяной уксусной кислоты. Появляется окрашивание.

Объясните опыт и напишите уравнения следующих реакций: гидролиз пентозанов, дегидратация пентоз (образование фурфуролa).

Опыт 9. Кислотный гидролиз крахмала.

В коническую колбу емкостью 50 мл наливают 20-25 мл 1%-ного крахмального клейстера и 3-5 мл 10%-ного раствора серной кислоты. В 7-8 пробирок наливают по 1 мл очень разбавленного раствора йода в иодиде калия (светло-желтого цвета), пробирки ставят в штатив. В первую пробирку вносят 1-3 капли подготовленного для опыта раствора крахмала. Отмечают образовавшуюся окраску. Затем колбу нагревают на асбестовой сетке небольшим пламенем горелки. Через 30 с после начала кипения отбирают пипеткой вторую пробу раствора, которую вносят во вторую пробирку с раствором йода, после встряхивания отмечают цвет раствора. В дальнейшем отбирают пробы раствора через каждые 30 с и вносят их в последующие пробирки с раствором йода. Отмечают постепенное изменение окраски растворов при реакции с йодом. Занесите в таблицу изменение окраски в пробирках.

Таблица 1

№ пробирки	Время после начала опыта для внесения раствора I_2 в KI							
	30 с	60 с	90 с	120 с	150 с	180 с	210 с	240 с
Окраска в пробирках после внесения I_2 в KI								

После того как реакционная смесь перестанет давать окраску с йодом, смесь кипятят еще 2-3 минуты, после чего ее охлаждают и нейтрализуют 10%-ным раствором гидроксида натрия, добавляя его по каплям до щелочной реакции среды (появления розовой окраски на фенолфталеиновой индикаторной бумаге). Часть щелочного раствора переливают в пробирку, смешивают с равным объемом реактива Фелинга и нагревают верхнюю часть жидкости до начинающегося кипения. Выпадает ли красный осадок оксида меди (I)? Напишите уравнение реакции гидролиза крахмала, укажите промежуточные и конечный продукты. Объясните, почему в процессе гидролиза изменяется окраска гидролизата с йодом.

Опыт 10. Свойства целлюлозы.

А. Растворение целлюлозы в медно-аммиачном растворе (реактиве Швейцера).

В пробирку наливают 5 мл медно-аммиачного раствора (реактива Швейцера), опускают в него очень маленький кусочек гигроскопической ваты (целлюлозы) и тщательно перемешивают содержимое пробирки стеклянной палочкой до полного растворения ваты. Получается вязкая прозрачная жидкость ярко-синего цвета. Получившийся раствор выливают тонкой струей в стакан, содержащий около 100 мл теплой воды,

подкисленной 2-5 мл концентрированной серной кислоты. Целлюлоза выделяется из раствора в виде хлопьев. Способностью целлюлозы растворяться в реактиве Швейцера пользуются при производстве медно-аммиачного искусственного шелка.

Б. Получение растительного пергамента (амилоида).

В три фарфоровые чашки наливают: в первую 80%-ный раствор серной кислоты, во вторую – дистиллированную воду, в третью – 5%-ный раствор аммиака. В раствор серной кислоты опускают на 8-10с среднюю часть полоски фильтровальной бумаги (10х3 см), сухие концы бумаги держат в руках. Избыток кислоты быстро сливают в ту же фарфоровую чашку, промывают участок бумаги, обработанный кислотой, в воде, налитой во вторую чашку. Затем нейтрализуют остатки кислоты разбавленным раствором аммиака. Просушивают полученный растительный пергамент между листами фильтровальной бумаги и сравнивают вид и прочность обработанного кислотой участка бумаги с необработанным. Наносят каплю разбавленного раствора йода на обработанный кислотой участок бумаги. Какая получается окраска? Объясните опыт.

В. Кислотный гидролиз целлюлозы.

В сухую коническую колбу емкостью 50-100 мл помешают немного очень мелко нарезанных кусочков фильтровальной бумаги (целлюлозы) и смачивают их концентрированной серной кислотой. Тщательно перемешивают содержимое колбы стеклянной палочкой до полного разрушения бумаги и образования бесцветного вязкого раствора. После этого к нему добавляют небольшими порциями при перемешивании 15-20 мл воды (*осторожно!*), колбу соединяют с воздушным обратным холодильником и кипятят реакционную смесь 20-30 мин, периодически перемешивая. После окончания гидролиза отливают 2-3 мл жидкости, нейтрализуют ее сухим карбонатом натрия, добавляя его небольшими порциями (жидкость вспенивается), и обнаруживают присутствие восстанавливающих сахаров реакцией с реактивом Фелинга. Напишите уравнение реакции гидролиза целлюлозы и взаимодействие гидролизата с реактивом Фелинга. Объясните опыт.

Г. Реакция целлюлозы со щелочью.

В небольшой стакан наливают 40%-ный раствор гидроксида натрия и опускают в него полоску фильтровальной бумаги. Вторую полоску такого же размера опускают в стакан с водой (контрольный образец). Через 5-7 мин полоски бумаги вынимают. Образец, который был в воде, отжимают в фильтровальной бумаге. Второй образец – из стакана с раствором гидроксида натрия – промывают водой мытую полоску, отжимают в фильтровальной бумаге. Когда обе бумажные полоски высохнут, сравнивают их длину и плотность.

Д. Получение и свойства нитратов целлюлозы. (Тяга!)

В небольшую колбу наливают 4 мл концентрированной азотной кислоты и осторожно при перемешивании добавляют 8 мл концентрированной серной кислоты. Разогревшуюся смесь несколько охлаждают и погружают в нее с помощью стеклянной палочки небольшой комочек гигроскопической ваты. Реакционную смесь периодически перемешивают палочкой и нагревают на водяной бане (температура воды 60-70 °С) в течение 5 минут. Затем вату вынимают и тщательно промывают водой сначала в стакане, а потом в струе воды под водопроводным краном. Избыток воды отжимают в фильтровальной бумаге, вату разрыхляют и высушивают в фарфоровой чашке на кипящей водяной бане. В условиях опыта получается преимущественно динитрат целлюлозы – коллоксилин. Напишите схему образования динитрата целлюлозы (формулу фрагмента молекулы целлюлозы напишите по Хеуорсу). Почему часто употребляемое название «нитроцеллюлоза» неверно?

Высушенный волокнистый нитрат целлюлозы (светло-желтого цвета) делят на три части. Одну часть кладут на асбестовую сетку и поджигают. Рядом поджигают кусок гигроскопической ваты (целлюлозы). Отмечают разницу в характере горения этих двух образцов.

Вторую часть коллоксилиновой ваты помещают на дно сухой пробирки и нагревают ее в пламени горелки. Коллоксилин при нагревании разлагается со взрывом и вылетает из пробирки (*Осторожно! Отверстие пробирки должно быть повернуто к стене*).

Третью часть коллоксилина растворяют при помешивании палочкой в смеси этилового спирта и диэтилового эфира (1:3). Образуется вязкий раствор – коллодий. Часть коллодия выливают на предметное стекло; после испарения растворителя остается твердая пленка. Ее вносят тигельными щипцами в пламя горелки. Пленка коллодия сгорает медленнее, чем коллоксилиновая вата.

Опыт 11. Некоторые свойства хлопкового и искусственных волокон.

Наливают в четыре пробирки по 1,5-2 мл:

в 1-ю концентрированной азотной кислоты, 2-ю – 25%-ного раствора серной кислоты, 3-ю – 10%-ного раствора гидроксила натрия, 4-ю – ацетона.

В каждую пробирку опускают небольшой кусочек вискозного волокна (или ткани). Размешивают содержимое пробирки стеклянной палочкой в течение 2-3 мин. Результаты опыта записывают в таблицу. Опыт повторяют с образцами ацетатного и хлопкового волокна. Можно ли чистить платья из вискозного и ацетатного шелка ацетоном?

Для определения отношения волокон к нагреванию помещают образцы исследуемых волокон на асбестовую сетку и поджигают их лучинкой (*Тяга!*). Результаты записывают в таблицу.

Таблица 2

Волокно	Отношение к действию				Характер горения
	HNO ₃ (конц.)	H ₂ SO ₄ (25%)	NaOH (10%)	Ацетон	
Хлопковое					
Вискозное					
Ацетатное					

Опыт 12. Качественное обнаружение пектиновых веществ (реакция Эрлиха).

Пектиновые вещества – высокомолекулярные соединения, широко распространенные в растениях. Относительная молекулярная масса пектиновых веществ колеблется от 50000 до 300000. Они являются цементирующими соединениями, своего рода клеем, скрепляющим растительные клетки; благодаря своим гидрофильным свойствам предохраняют растения от высыхания, положительно влияют на засухоустойчивость. Главная составная часть пектиновых веществ – полигалактуроновая, или пектиновая, кислота. Метилированная по карбоксильной группе полигалактуроновая кислота называется пектиновой кислотой или растворимым пектином. Характерным свойством пектина является его способность давать студни в присутствии кислоты. Это свойство широко используется в кондитерской промышленности.

3 г растительного материала (яблоки или сахарная свекла) нагревают в течении 30 мин с 10-20 объемами 1%-ного раствора серной кислоты в колбе с притертым холодильником при 145 °С на масляной бане. Затем гидролизат смешивают с избыточным количеством карбоната бария и нагревают на кипящей водяной бане в течении 15 мин. Осадки сульфата бария и карбоната бария отфильтровывают, фильтрат упаривают. Раствор обрабатывают животным углем, фильтруют и смешивают с тремя объемами этилового спирта. Полученный хлопьевидный осадок отфильтровывают, растворяют в воде и смешивают с избытком ацетата свинца. Нагревание раствора на водяной бане при наличии галактуроновой кислоты дает кирпично-красный осадок.

Набухание растворов биополимеров.

Молекулы ВМС имеют дифильный характер, так как содержат полярные ($-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$ и др.) и неполярные ($-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$, $-\text{C}_6\text{H}_5$) функциональные группы.

Чем больше полярных радикалов в молекуле ВМС, тем лучше оно растворимо. Растворимость ВМС зависит от величины и формы их молекул – **глобулярная** (сферическая, компактные шарообразные образования [гликоген, пепсин, панкреатин]) и **фибрилярная** (линейная, малоразветвленная [желатин, целлюлоза, коллаген, полиакрилат натрия]).

Процесс растворения ВМС проходит в 2 стадии:

1. **Набухание** – самопроизвольный процесс поглощения ВМС больших объемов низкомолекулярной жидкости, сопровождающийся значительным увеличением. **Неограниченное набухание** – процесс перехода от набухания к растворению происходит самопроизвольно. **Ограниченное набухание** – процесс перехода от набухания к растворению происходит при определенных факторах (например, повышение температуры способствует растворению).

2. Непосредственно **растворение** – диффузия молекул ВМС в растворитель.

Цель работы: изучить особенности свойств растворов высокомолекулярных соединений.

Реактивы и оборудование: крахмал, желатина, дистиллированная вода, яичный белок, ацетатный буфер, NaCl 0,1 М р-р, K_2SO_4 0,1 М р-р, CH_3COOH 1н. р-р., $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ крист., этиловый спирт безводный, термометр, химические пробирки, химические колбы, лабораторная плитка.

Опыт 1. Выделение тепла при набухании

В химический стакан наливают 5 мл дист. воды и измеряют её температуру при помощи термометра. Затем в этом стаканчике размешивают 5 г крахмала и наблюдают повышение температуры смеси.

Дайте объяснение наблюдаемому явлению.

Опыт 2. Влияние pH среды на набухание

В 5 пробирок (одинакового диаметра) вносят по 0.3 г желатина и наливают компоненты ацетатной буферной системы в количествах, указанных в таблице. Содержимое пробирок тщательно перемешивают. После оседания желатина полоской миллиметровой бумаги измеряют высоту осадка и оставляют на 30-40 мин (периодически перемешивая). По истечении указанного времени полоской миллиметровой бумаги измеряют высоту осадка набухшего желатина. Данные заносят в таблицу 3. На основании полученных результатов сделайте вывод о влиянии pH среды на набухание.

Найдите ИЭТ и объясните наблюдаемые явления.

Таблица 3

№ пробирок	Состав буферной смеси		рН смеси	Высота осадка	
	0,1н CH_3COOH , мл	0,1н CH_3COONa , мл		До набухания, мм	После набухания, мм
1	9	1	3.8		
2	7	3	4.4		
3	5	5	4.8		
4	3	7	5.1		
5	1	9	5.7		

Опыт 3. Влияние анионов на набухание

В две пробирки (одинакового диаметра) наливают по 5 мл раствора NaCl и K_2SO_4 ($C = 0.1$ моль/л), добавляют приблизительно по 0.3 г желатина и осторожно встряхивают. Дают частицам желатина опуститься на дно и определяют высоту осадка. После этого несколько раз встряхивают пробирки и оставляют в покое на 30-40 мин. Затем встряхивают пробирки еще раз, дают осесть осадку и снова измеряют высоту уже набухшего осадка, повторяя каждое измерение дважды. Данные заносят в таблицу 4.

Таблица 4

Раствор	Высота осадка в мм		Выводы
	До набухания	После набухания	
NaCl			
K_2SO_4			

На основании данных опыта объясните влияние анионов лиотропного ряда на набухание ВМС.

Контрольные вопросы.

1. Классифицируйте различные ВМС по типу мономерных звеньев, пространственной структуре, элементному составу.
2. Охарактеризуйте виды структурной организации молекулы белка. Какие виды химических связей способствуют сохранению определенной структуры?

3. Какое состояние белка называют изоэлектрическим? Как можно определить изоэлектрическую точку?

4. Охарактеризуйте гликохолевую кислоту и ее Na^+ , K^+ соли с точки зрения возможных поверхностно-активных свойств.

5. Дайте понятие смешанным биополимерам (самостоятельная работа студентов).

6. Сформулируйте требования к искусственным биополимерам (самостоятельная работа студентов).

Задача. Пороги коагуляции некоторого золя электролитами KNO_3 , MgCl_2 , NaBr равны соответственно 50,0; 0,8; 49,0 ммоль/л. Как относятся между собой величины коагулирующих способностей этих веществ? Укажите коагулирующие ионы. Каков знак заряда коллоидной частицы?

Задача. Полимер массой 2 г поместили в склянку с бензином. Через 20 мин полимер вынули из склянки и взвесили, масса стала 2,5 г. Рассчитайте степень набухания полимера в %. (*Ответ: 25%*).

Свойства полимеров.

Цель работы: изучить физические свойства и состав полимеров.

Опыт 1. Свойства полимеров.

В пробирку, в которой находится 2-3 см³ органического растворителя, поместите измельченный полимер (по указанию преподавателя). Затем встряхните пробирку и наблюдайте изменения.

Опыт 2. Отношение полимера к нагреванию.

Нагрейте несколько кусочков полимера на водяной бане. Являются ли полимеры термопластичными?

Опыт 3. Горение полимера.

Подожгите кусочек полимера, обратите внимание на слабое потрескивание при горении и на запах. Сравните горение разных полимеров.

Результаты опытов занесите в табл. 5

Таблица 5

Полимер	Растворимость					Отношение к нагрев.	Горение
	Бензол	Толуол	Этанол	CCl_4	ацетон		

Напишите реакции получения используемых полимеров из соответствующих мономеров.

Опыт 4. Деполимеризация полимера полиметилметакрилата

Мелкие кусочки полимера поместите в пробирку. Постепенно нагревайте пробирку в пламени горелки и наблюдайте за внешними признаками деполимеризации полимера: образующийся при разложении полимера метилметакрилат конденсируется в пробирке-приемнике, охлаждаемой водой; образующиеся при деполимеризации побочные продукты окрашивают метилметакрилат в желтый цвет.

Полученный продукт деполимеризации разделите на две части. К одной части прилейте несколько капель бромной воды, а к другой — несколько капель перманганата калия. При этом наблюдайте обесцвечивание бромной воды и перманганата калия. Напишите схемы уравнений этих реакций.

Запишите формулу полиметилметакрилата и схему уравнения реакции деполимеризации; составьте схему уравнения реакции получения мономера — метилметакрилата — соответствующих кислоты и спирта.

Опыт 5. Определение плотности полимера

Полимеры — сравнительно легкие материалы, большинство из них в 5-6 раз легче металлов (табл. 6). Их плотность находится в пределах от 0,9 (полипропилен) до 2,3 г/см³ (полиметилметакрилат), плотность (объемная масса) поро- и пенопластов менее 1 г/см³.

Таблица 6

Плотность полимерных материалов

Полимерный материал	Плотность, г/см ³
Полиэтилен	0,92-0,96
Полипропилен	0,9
Полиизобутилен	0,9
Полистирол	0,91-0,93
Фторопласт	3 1,05-1,08
Фторопласт	4 2,11-2,16
Полиметилметакрилат	2,2-2,3
СЭП (сополимер этилена с пропиленом)	1,18-1,2
Винипласт листовой	0,93-0,95
Сополимер винилхлорида с винилацетатом	1,35-1,40
Полиуретан	1,34
Пресс-порошки на связующем новолачного или резольного типа	1,2
Полиамид	1,4
Полиэпоксиды	1,19-1,23
Полиэтилен	0,92-0,96

Плотность пластических масс определяют взвешиванием стандартных брусков размером 120x15x10 мм. Для этого брусок, имеющий комнатную температуру, подвешивают на тонкой медной проволоке и взвешивают на

специально приспособленных весах с точностью до 0,01 г. Затем его полностью погружают в стакан с дистиллированной водой комнатной температуры и взвешивают в воде с той же точностью.

При определении плотности материала следует учитывать, что вес бруска в воздухе отличается от его веса в воде на величину выталкивающей силы воды: $F = m_в g$,

где $m_в$ – масса воды в объеме погруженного в нее тела;

g — ускорение силы тяжести.

Отношение веса бруска в воздухе к разнице весов бруска в воздухе и в воде $[mg/(m - m_в)] = m/m_в$ есть относительная плотность исследуемого материала $[d = m/m_в]$. Умножив относительную плотность d на плотность воды при данной температуре $[\rho_в]$ (табл. 7), вычисляют плотность материала $[\rho = d \rho_в]$.

Порядок выполнения опыта:

1. Получите у лаборанта два стандартных образца, изготовленных из одного материала.
2. Подвесьте брусок на тонкой медной проволоке и взвесьте их с точностью до 0,01 г.
3. Стакан с дистиллированной водой взвесьте и поставьте под висящий брусок, который затем полностью погрузите в стакан.
4. Взвесьте брусок в воде.

Таблица 7

Плотность воды при различной температуре

Температура, °C	Плотность, г/см ³
15	0,9991
16	0,9989
17	0,9988
18	0,9986
19	0,9984
20	0,9982
21	0,9980
22	0,9978
23	0,9975
24	0,9973
25	0,9970

5. Запишите результаты опыта в следующем порядке:

- номер образца;
- масса разновесов при определении веса бруска в воздухе m (в г);
- масса разновесов при определении веса бруска в воде $m_в$ (в г);
- масса воды в объеме бруска $m_в = m - m_в$ (в г);

- относительная плотность исследуемого материала d ;
- плотность воды при температуре опыта ρ_v (в г/см³);
- плотность исследуемого материала ρ (в г/см³);
- среднее значение двух измерений $\rho_{ср}$ (в г/см³);
- плотность материала, взятая из таблицы (в г/см³).

Опыт 6. Определение содержания летучих веществ.

Летучие вещества и влагу удаляют из образца при его нагревании до 103-105 °С. В полимерах, подвергаемых переработке прессованием, литьем под давлением и другими методами, необходимо знать содержание летучих веществ, так как они вызывают появление волнистости, разводов, вздутий, пузырей и трещин на изделии. Содержание летучих веществ выражают в процентах.

Получите у лаборанта материал для определения содержания летучих примесей и бюкс с крышкой (диаметр бюкса ~ 40 мм). Взвесьте бюкс с крышкой с точностью до 0,01 г (m_1), насыпьте в него примерно 5 г исследуемого материала, закройте крышкой и снова взвесьте с той же точностью (m_2). По разности измерений определите массу навески (m_3). Поместите открытый бюкс с навеской в термошкаф (температура 103—105 °С) на 30 мин, после чего охладите его в эксикаторе, закройте крышкой и снова взвесьте (m_4). По разности измерений определите массу навески после термообработки (m_5). Результаты опыта запишите в табл 8.

Таблица 8

Экспериментальные данные для определения содержания летучих веществ

Масса бюкса с крышкой m_1 , г	Масса бюкса с крышкой и навеской, г		Масса навески, г		Содержание летучих веществ, % $X=[m_3-m_5/m_3]*100$
	до термо-обработки m_2	после термо-обработки m_4	до термо-обработки m_3	после термо-обработки m_5	

Высаливание и желатинирование растворов биополимеров. Свойства студней.

Цель работы: получить студни из растворов полимеров и изучить их свойства.

Опыт 1. Высаливание белков серноокислым аммонием

К 30 каплям раствора белка добавляют 30 капель насыщенного раствора серноокислого аммония, перемешивают. Получается полунасыщенный раствор серноокислого аммония, в котором выпадает осадок глобулинов. Через 5 минут содержимое пробирки фильтруют. В фильтрате остается

другой белок - альбумин. К фильтрату добавляют тонкоизмельченный порошок сернокислого аммония до полного насыщения, т.е. до тех пор, пока новая порция порошка останется нерастворенной. Выпадает осадок альбумина. Альбумин отфильтровывают. Проверяют фильтрат на отсутствие белка с помощью биуретовой реакции. (Биуретовая реакция: 5 капель раствора NaOH (2 моль/л) + 3 капли раствора CuSO₄ (0,2 моль/л) – розово-фиолетовое окрашивание – положительная реакция). Сделайте вывод, на чем основано высаливание белка и разделение его на фракции.

Опыт 2. Влияние анионов на желатинирование

В три пробирки приливают по 5 мл теплого 3% раствора желатина, затем в одну пробирку прибавляют 1 мл дистиллированной воды, в другую – 1 мл K₂SO₄ (1 моль/л), в третью – 1 мл NH₄CNS (1 моль/л). Содержимое пробирок перемешивают, ставят на 10 мин в водяную баню с температурой 40°C, затем охлаждают до 10% (перенести в охлаждающую смесь). Отмечают время желатинирования. Данные заносят в таблицу 9.

Таблица 9

3% раствор желатина	Прибавляемая жидкость	Время желатинирования	Выводы
1) 5 мл	1 мл H ₂ O		
2) 5 мл	1 мл р-ра K ₂ SO ₄		
3) 5 мл	1 мл р-ра NH ₄ CNS		

На основании данных опыта объясните влияние анионов на желатинирование.

Опыт 3. Влияние кислот и щелочей на студнеобразование

В три пронумерованных пробирки вносят по 5 мл теплого 3 %-ного раствора желатины. Затем приливают по 1 мл – в первую пробирку дистиллированную воду, во вторую - 0,1 М раствора HCl, в третью – 0,1 М раствора NaOH. Содержимое пробирок тщательно перемешивают и ставят на 10 мин в водяную баню с температурой 40-50 °С. После этого пробирки помещают в термостат с температурой +10÷15 °С; замечают время начала отсчета. Периодически вынимая пробирки из термостата, наблюдают за образованием студня. Моментом образования студня считают время, начиная с которого раствор желатины не выливается при переворачивании пробирки. Данные опыта записывают в таблицу 10 и, вычисляют время застудневания каждого раствора.

Таблица 10

№ пробирки	Объем 3 %-го р-ра желатина, мл	Прибавляемый р-р, мл	Время образования студня	Время застудевания, мин
1	5	H ₂ O		
2	5	HCl		
3	5	NaOH		

Опыт 4. Кольца Лизеганга

1. Готовят теплый раствор желатина (2-3 г желатина в 100 мл воды). После того, как желатин растворяется, там же растворяют 10 г дихромата калия. Полученный раствор выливают тонким слоем на дно чашки Петри. В центр застывшего на стекле слоя желатина, содержащего 10% дихромата калия, помещают большую каплю концентрированного водного раствора нитрата серебра AgNO₃ (90 г соли в 100 мл воды). Через несколько дней в слое желатина появляются концентрические кольца красно-бурого цвета. В застывшем слое желатина происходит отложение колец из кристаллического дихромата серебра.

2. В большую стеклянную пробирку наливают 50 мл 10%-ного раствора желатины и добавляют туда 10 мл 1 н. раствора хлорида магния и 100 мл дистиллированной воды. Содержимое пробирки перемешивают и дают ей полностью остыть. После полного охлаждения поверх студня наливают концентрированный раствор аммиака слоем около 2 см, плотно закрывают пробирку резиновой пробкой (чтобы не улетучивался аммиак) и оставляют ее в вертикальном положении.

3. Перед проведением опыта готовят следующие растворы. Жидкое стекло состава Na₂O: SiO₂ = 1 : 3,5 по весу разбавляют дистиллированной водой до плотности 1,06 г\см³. В 300 мл 1 н. уксусной кислоты растворяют 0,58 г дихромата калия. Приготавливают также 0,5 н. раствор CuSO₄.

В два цилиндра наливают по 50 мл жидкого стекла, а затем добавляют в них по 50 мл раствора CH₃COOH, содержащего K₂Cr₂O₇. После застудневания кремниевой кислоты поверх студня наливают 0,5 н. раствор CuSO₄ толщиной около 2 см. Оба цилиндра оставляют до следующего занятия.

Контрольные вопросы

1. Какие системы называются студнями, гелями, ксерогелями? Факторы, влияющие на студнеобразование.
2. Способы получения гелей и их применение.

Термодинамика процессов старения системы (самостоятельная работа студентов).

Определение относительной средневязкостной молекулярной массы полимеров.

Вязкостью (или внутренним трением) называют свойство жидкостей оказывать сопротивление действию внешних сил, вызывающих их течение. Растворы ВМС имеют значительно большую вязкость по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ. **Аномально высокая вязкость** растворов ВМС объясняется наличием в их растворах надмолекулярных структур (отдельных сегментов), ориентирующихся вдоль оси потока. При увеличении концентрации, а также при увеличении средней молекулярной массы вязкость растворов ВМС увеличивается.

Большая вязкость растворов ВМС зависит также от степени сродства между молекулами, например, силы сцепления гидрофильных молекул белков и полисахаридов с молекулами воды очень высоки, и вязкость их растворов будет высокой.

Увеличение вязкости, связанное с изменением концентрации при растворении полимера характеризуется **удельной вязкостью**:

$$\eta_{уд} = \frac{\eta_c - \eta_0}{\eta_0},$$

где η_c – вязкость раствора; η_0 – вязкость чистого растворителя.

Штаудингером установлена зависимость удельной вязкости от молекулярного веса полимера.

$$\eta_{уд} = \kappa M c$$

где κ – константа, определяемая экспериментально; c – концентрация вещества в растворе; M – молекулярная масса.



По преобразованному уравнению Штаудингера отношение $\frac{\eta_{уд}}{c} = \kappa M$ называется **приведенной вязкостью**.

Предел $\frac{\eta_{уд}}{c}$ при $c \rightarrow 0$ именуется **характеристической вязкостью** $[\eta]$:

$$[\eta] = \kappa M^\alpha$$

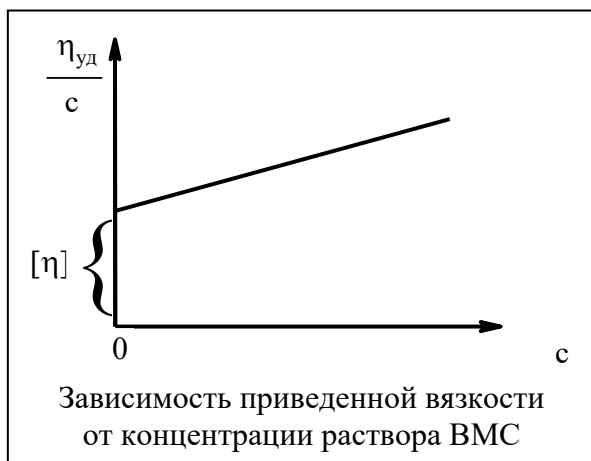
α – показатель степени, изменяется в пределах $\frac{1}{2} \leq \alpha \leq 1$, где

$\alpha = \frac{1}{2}$ для гибких (глобулы) и $\alpha = 1$ для жестких (палочки) полимеров.

По величине $[\eta]$ можно определить молекулярный вес полимера:

$$M^\alpha = [\eta]/\kappa$$

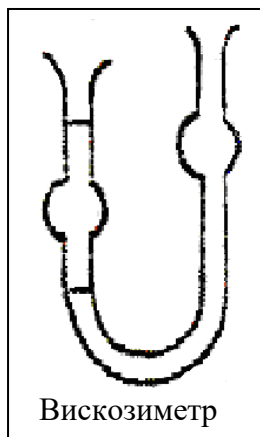
Определение относительной вязкости растворов ВМС



Величину вязкости растворов ВМС можно определить различными методами. Прибором для определения вязкости служит вискозиметр.

С помощью вискозиметра можно определить вязкость по скорости истечения жидкости, измеряя время истечения определенного объема жидкости, протекающей через капилляр. Отношение вязкости исследуемой жидкости к вязкости воды называется относительной вязкостью (η).

Наливают в широкое колено вискозиметра 10 мл дистиллированной воды. В узком колене вискозиметра засасывают воду в капилляр вискозиметра выше верхней отметки и пережимают шланг. Осторожно



отпускают пережатый шланг и внимательно следят за опусканием уровня воды в капилляре вискозиметра. Как только уровень воды достигнет верхней отметки, пережатый шланг отпускают и начинают отсчет времени с помощью секундомера. Заканчивают отсчет времени, когда уровень воды достигнет нижней метки вискозиметра. Измерение времени истечения воды в секундах проводят три раза и берут среднее значение. Данные заносят в таблицу.

Опыт 1. Определение относительной вязкости растворов ВМС.

Наливают в широкое колено вискозиметра 10 мл дистиллированной воды. В узком колене вискозиметра засасывают воду в капилляр вискозиметра выше верхней отметки и пережимают шланг. Осторожно отпускают пережатый шланг и внимательно следят за опусканием уровня воды в капилляре вискозиметра. Как только уровень воды достигнет верхней отметки, пережатый шланг отпускают и начинают отсчет времени с помощью секундомера. Заканчивают отсчет времени, когда уровень воды достигнет нижней метки вискозиметра. Измерение времени истечения воды в секундах проводят три раза и берут среднее значение. Данные заносят в таблицу.

Опыт 2. Определение вязкости раствора желатина при различных значениях pH среды.

Приготавливают серию растворов:

- а) 5 мл 3% раствора желатины + 5 мл дистиллированной воды (pH = 5,5);
- б) 5 мл раствора желатины + 5 мл раствора HCl с $C = 0,01$ моль/л (pH = 2,5);
- в) 5 мл раствора желатина + 5 мл раствора NaOH с $C = 0,02$ моль/л (pH = 12,0).

Растворы в пробирках тщательно перемешивают и приступают к определению вязкости вискозиметром.

Заполняют вискозиметр сначала первым раствором и проводят

измерения времени истечения его из капилляра вискозиметра от верхней метки до нижней (3 раза). Берут среднее значение, затем выливают раствор, вискозиметр промывают дистиллированной водой несколько раз, после чего его заполняют вторым раствором и т.д. Полученные данные вносят в таблицу.

Опыт 3. Определение вязкости раствора желатина в присутствии различных электролитов лиотропного ряда.

Приготавливают серию растворов:

- а) 5 мл 3% раствора желатина + 5 мл 1 М (моль/л) раствора NH_4CNS ;
- б) 5 мл раствора желатина + 5 мл дистиллированной воды;
- в) 5 мл раствора желатина + 5 мл 1 М раствора K_2SO_4 .

Растворы тщательно перемешивают и последовательно определяют время истечения их из капилляра вискозиметра, повторяя каждое определение 3 раза и взяв среднее значение. После каждого раствора вискозиметр промывают несколько раз дистиллированной воды. Полученные данные заносят в таблицу 11.

Таблица 11

№ пробирки	3% раствор желатина	Прибавляемая жидкость	Время желатинирования	Выводы
1	1. 5 мл	1 мл H_2O		
2	5 мл	1 мл р-ра K_2SO_4		
3	5 мл	1 мл р-ра NH_4CNS		

Расчет величины относительной вязкости проводится по формуле:

$$\eta_x = \eta_{\text{H}_2\text{O}} \frac{t_x}{t_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot \frac{\rho_x}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}$$

где η_x – относительная вязкость измеряемого раствора;

$\eta_{\text{H}_2\text{O}}$ - вязкость воды равная 0,0102 пуаз;

t_x , $t_{\text{H}_2\text{O}}$ - время в сек. истечения через капилляр соответственно исследуемой жидкости и воды;

ρ_x - плотность раствора желатина = 0,998 г/см³;

$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ - плотность дистиллированной воды = 1,0 г/см³.

Сделать вывод о влиянии рН и анионов лиотропного ряда на относительную вязкость раствора желатина. Дать объяснение.

Опыт 4. Влияние температуры на вязкость

Измеряют вязкость 0,5-процентного золь желатина при 0°, для чего вискозиметр с раствором желатина помещают в смесь воды и льда; после того как жидкость в вискозиметре примет температуру воды (20 минут), производят измерение. Затем определяют время истечения жидкости, поместив вискозиметр в воду при 20, 40 и 60 °С. Вычерчивают кривую

изменения вязкости в зависимости от температуры.

Контрольные вопросы

1. Чем объясняется аномальная вязкость растворов ВМС? Влияют ли на величину вязкости условия приготовления растворов?
2. От каких факторов зависит вязкость жидкостей? Почему отдельные анионы оказывают влияние на вязкость?
3. Сущность измерения вязкости по методу Стокса (самостоятельная работа студентов).

Каучуки.

Цель работы: получить каучук и изучить его свойства.

Реактивы и оборудование: стеклянная пластина (обработанная спиртом), термометр, водяная баня, термостат, цилиндр.

Опыт 1. Извлечение млечного сока из растений.

Каучук содержится в ряде растений и легко может быть извлечен из них. Для извлечения каучука из фикуса отрезают 1-2 листа, выделившийся их черешков млечный сок собирают в пробирку. К собранным каплям сока приливают немного воды и вносят 0,5 г CaCl_2 или сернокислого аммония. Смесь встряхивают, затем по каплям добавляют спирт, пока каучук не начнет выделяться на поверхности раствора в виде хлопьев. Хлопья каучука, извлеченные из раствора стеклянной папочкой, растягивают при помощи пинцета. Образуются тонкие длинные нити каучука. Полученные хлопья каучука переносят стеклянной палочкой в три пробирки и добавляют по 2-3 мл растворителя (бензола, бензина, хлороформа).

Оставшийся раствор после получения каучука делят на две части. К первой части раствора приливают бромную воду или раствор перманганата калия. Исчезновение окраски указывает на неопределенный характер каучука. Напишите уравнение реакции.

Другую часть раствора осторожно выпаривают на часовом стекле. После удаления растворителя обнаруживается эластичная пленка каучука. Что доказывает данный опыт?

Опыт 2. Отношение каучука и резины к растворителям.

Невулканизированный каучук растворяется во многих органических растворителях, вулканизированный каучук (резина) в той или иной степени растворяет в себе эти вещества, от чего увеличивается в объеме (как говорят «набухает»).

В две пробирки с бензином или бензолом помещают по кусочку сырого (невулканизированного) каучука и резины (от резиновой пробки или галоши)

Пробирки закрывают корковыми пробками и ставят для дальнейшего наблюдения. Через некоторое время обнаруживают, что в одной пробирке каучук растворяется, а в другой пробирке резина набухает. Что доказывает данный опыт?

Опыт 3. Взаимодействие с бромом.

Вследствие наличия двойных связей каучук легко присоединяет галогены. Этим объясняется, например, затверждение каучуковых пробок и трубок при работе с галогенами.

Готовят раствор сырого (невулканизированного) каучука в бензине (свободного от непредельных соединений) или в бензоле (что удобнее, т.к. он обычно не требует предварительной очистки). Это может быть достигнуто кипячением тонко нарезанных кусочков каучука с растворителем в колбе с обратным холодильником или настаиванием (без нагревания) в течение нескольких суток. В пробирку с раствором каучука приливают раствор брома в бензоле. При встряхивании смеси окраска брома исчезает. (Для опыта можно использовать также бромную воду). Объясните причину исчезновения окраски? Отметьте скорость ее протекания по сравнению с аналогичной реакцией для натурального каучука?

Опыт 4. Разложение каучука при нагревании.

Каучук при нагревании разлагается на продукты с меньшим молекулярным весом. Образующиеся вещества обладают свойствами непредельных соединений. Основной продукт разложения каучука – изопрен.

В пробирке с отводной трубкой нагревают немного каучука. Образующиеся парообразные продукты отводят в пробирку – приемник, охлаждаемую в стакане с холодной водой, где они конденсируются. В пробирку – приемник налейте 1,5-2 мл бромной воды или раствор перманганата калия и периодически её взбалтывайте. Когда соберется немного конденсата произойдет обесцвечивание жидкости. Напишите все необходимые уравнения реакции.

Опыт 5. Отношение каучука и резины к нагреванию.

Доведите водяную баню до кипения и продолжая нагревать, поместите в неё на 5 мин полоски каучука и резины. Затем выньте тигельными щипцами полоску резины и быстро растяните её. Тоже сделайте с полоской каучука. Полоска каучука после размягчения сильно растягивается, теряет эластичность, полоска резины остается без изменений.

Таким образом, каучук термопластичен, резина же нет, она имеет большую термическую и механическую стойкость. Эти свойства каучука и резины объясняются их различной структурой. Какой?

Опыт 6. Открытие серы в вулканизированном каучуке.

При сильном нагревании вулканизированного каучука сера выделяется из него в виде сероводорода и может быть обнаружена солями свинца.

В пробирке нагревают несколько кусочков резины. В выделяющиеся пары вносят бумажку, смоченную раствором азотнокислого $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ или уксуснокислого свинца $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Бумажка чернеет. Продукты термического разложения резины можно пропустить также в раствор соли свинца. Образуется черный осадок PbS . Невулканизированный каучук (если он не загрязнен) в подобных условиях не образует осадка сернистого свинца.

Опыт 7. Выделение каучука из резинового клея.

Резиновый клей представляет собой 4% раствор каучука в бензине. На стеклянную пластинку тонким слоем налейте резиновый клей и нагрейте её на кипящей водяной бане. При этом бензин испаряется и на стекле остается желтая пленка каучука, которая легко скатывается в стерженек. О чем свидетельствует данный опыт?

С выделенным каучуком проведите опыты на эластичность, растворимость в органических растворителях, термопластичность.

Литература.

1. Перечень основной литературы:

1. Кленин В. И., Федусенко И. В. Высокомолекулярные соединения / 2-е изд., испр. – М.: Изд-во «Лань», 2022. – 512 с. – ISBN 978-5-8114-1473-4 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211184> (дата обращения: 30.04.2022).
2. Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. Введение в химию полимеров / 2-е изд., стер. – М.: Изд-во «Лань», 2022. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-1325-6 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210971> (дата обращения: 30.04.2022).

2. Перечень дополнительной литературы:

1. Бахарева С. В. Химия высокомолекулярных соединений: учебно-методическое пособие для бакалавров / Оренбург.: Изд-во «Оренбургский государственный педагогический университет», 2021. – 88 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/179884> (дата обращения: 30.04.2022).
2. Апель П. Ю., Артошина О. В. Высокомолекулярные соединения: сборник лабораторных работ: учебное пособие / Дубна.: Изд-во «Государственный университет «Дубна»», 2016. – 66 с. – ISBN 978-5-89847-470-6 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/196879> (дата обращения: 30.04.2022).

3. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов при освоении дисциплины «Высокомолекулярные соединения»: Для студентов химического факультета направлений подготовки 04.03.01 – Химия / – Томск.: Изд-во «Национальный исследовательский Томский государственный университет», 2014. – 114 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/106166> (дата обращения: 30.04.2022).

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины):

1. <http://www.xumuk.ru>
2. <http://www.chemport.ru>
3. <https://poznayka.org>
4. <https://studfiles.net>
5. <http://orgchemlab.com>
6. <https://elibrary.ru/>
7. <http://biblioclub.ru/>
8. <https://www.lektorium.tv>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим занятиям
по дисциплине
«ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

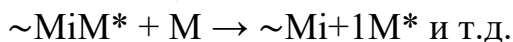
Для направления подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Химия окружающей среды, химическая
экспертиза и экологическая безопасность

Ставрополь, 2026 г.

ВВЕДЕНИЕ

Полимеризация - это процесс получения высокомолекулярных соединений, при котором рост каждой макромолекулы (молекулярной цепи) происходит в результате последовательного присоединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера) к активному центру, локализованному на её конце, согласно схеме:



где $\sim \text{Mi}$ — цепь длиной в i звеньев, M^* — активный центр, M — молекула мономера.

По числу участвующих в полимеризации мономеров различают гомополимеризацию (один мономер) и сополимеризацию (два или более мономеров). Для возможности участия мономеров в реакциях роста необходимо, чтобы их молекулы содержали либо кратные связи ($\text{C}=\text{C}$, $\text{C}\equiv\text{C}$, $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}\equiv\text{N}$ и др.), либо циклы, раскрывающиеся при росте полимерных цепей. Из данного определения следует, что обязательными для полимеризации являются элементарные стадии инициирования и роста цепи. Инициирование — это превращение небольшой доли молекул мономера в активные центры, способные присоединять к себе новые молекулы мономера. С этой целью в систему вводят инициаторы I (катализаторы) полимеризации. Иногда реакционную систему подвергают действию ионизирующего облучения или света, что также приводит к образованию активных центров.

В зависимости от химической природы активных центров, участвующих в образовании молекулярных цепей (радикал или ион), различают радикальную и ионную полимеризации. Элементарная стадия роста цепи состоит из ряда многократно повторяющихся реакций присоединения молекул мономера к полученному в результате инициирования активному центру.

СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Выбор способа полимеризации определяется конкретными требованиями, которые предъявляют к продукту полимеризации, а также природой полимеризуемого мономера, используемого инициатора и задачами, которые ставятся при осуществлении полимеризации. На практике обычно используют четыре способа проведения полимеризации: в блоке (или в массе), в растворе, в эмульсии и в суспензии (иногда суспензионную полимеризацию называют капельной или бисерной).

1. Полимеризация в блоке (блочная полимеризация) — это полимеризация мономера в конденсированной фазе в отсутствии растворителя. Если реакцию ведут до практически полного превращения

мономера, то получают монолит (блок), имеющий форму сосуда, в которой был залит исходный мономер. При блочной полимеризации можно использовать как инициаторы радикальной, так и катализаторы ионной полимеризации, растворимые в мономере. Основным преимуществом данного способа является возможность использования блоков полимера без последующей переработки и отсутствие стадии отделения от растворителя. Основной недостаток – сложность отвода выделяющего тепла, особенно при высокой вязкости системы. Вопросы отвода тепла решают путем обрыва процесса на ранних стадиях превращения или проведением полимеризационных процессов в несколько стадий. Так, при непрерывной полимеризации этилена при высоких давлениях процесс останавливают на невысоких степенях завершения реакции (10 – 20 %), выделяют образовавшийся полимер, а непрореагировавший мономер снова пускают в производственный цикл. При полимеризации стирола и метилметакрилата в массе проблема теплоотвода решается проведением реакции в две стадии. На первой стадии форполимеризации при невысоких температурах (до 80°C) получают 20-30% растворы полимера в собственном мономере. На второй стадии температуру реактора повышают и полимеризацию доводят до полного превращения мономера.

2. Полимеризацию в растворе проводят либо в жидкости, смешивающейся с мономером и с образующимся полимером ("лаковый способ"), либо в среде, растворяющей только мономер. В последнем случае образующийся полимер выпадает из раствора и может быть отделен фильтрованием. Преимущество этих способов – легкость отвода выделяющегося тепла. Недостатки метода связаны с необходимостью дополнительных затрат на подготовку растворителя, отделение и регенерацию растворителя, промывку и сушку полученного полимера. Кроме того, полимеризацию в этом случае трудно довести до полного исчерпания мономера и получить продукт высокого молекулярного веса, так как концентрация мономера непрерывно убывает и на конечной стадии оказывается очень малой. Полимеризацией в растворе по радикальному механизму получают поливинилацетат, полиакрилонитрил, политетрафторэтилен, пенополистирол и некоторые полиакрилаты. Среди ионных и координационно-ионных процессов необходимо упомянуть синтез бутил-каучука и бутадиен-стирольных каучуков на литийорганических катализаторах, полимеризацию этилена и других α -олефинов на катализаторах Циглера-Натта.

3. Полимеризация в эмульсии (эмульсионная полимеризация) – один из распространенных промышленных способов получения полимеров, осуществляемый в среде с высокоразвитой поверхностью раздела между несмешивающимися фазами, одна из которых содержит мономер.

Инициаторами эмульсионной полимеризации, вообще говоря, могут служить как ионы, так и радикалы. При проведении эмульсионной полимеризации в качестве дисперсионной среды чаще всего используют воду. В таком случае мономер, нерастворимый или плохо растворимый в воде, вводят в количестве 30-60 об.%. Для стабилизации эмульсии используют поверхностно-активные вещества ПАВ (олеаты, пальмитаты, лаураты щелочных металлов, натриевые соли ароматических и высокомолекулярных жирных сульфокислот и др.). При достаточно высоких концентрациях ПАВ в водных растворах образуются мицеллы эмульгатора. Мономер частично растворяется в мицеллах, а частично остается в системе в виде достаточно крупных капель (диаметр порядка 10^{-4} см), стабилизированных эмульгатором. Число мицелл в системе примерно в 108 раз больше числа капель мономера. Полимеризацию обычно инициируют водорастворимыми низкотемпературными окислительно-восстановительными инициаторами. Полимеризация начинается в мицеллах, которые вскоре превращаются в латексные частицы полимера коллоидных размеров, окруженные слоем эмульгатора. При этом на начальных стадиях процесса происходит как увеличение числа, так и рост размеров латексных частиц. В дальнейшем, после исчерпания мицеллярного эмульгатора новые частицы не образуются, а имеющиеся увеличиваются в размере за счет диффузии мономера из капель. Полимеризация завершается после израсходования капель мономера. В каплях мономера полимеризация практически не происходит, так как инициатор растворим лишь в водной фазе, а вероятность столкновения иницирующего радикала с каплей гораздо меньше, чем с мицеллой. Важно подчеркнуть, что мицеллы, а затем и образующиеся из них латексные частицы служат эффективными ловушками для радикалов. Обратный выход макрорадикалов из частиц в водную среду невозможен в виду нерастворимости полимера в воде (выйти из частицы могут лишь низкомолекулярные радикалы, образующиеся в частицах за счет реакции передачи цепи). Такой механизм изолирования радикалов, являющийся специфическим для эмульсионной полимеризации, позволяет значительно повысить концентрацию радикалов роста по сравнению с гомогенными процессами при равных скоростях инициирования вследствие невозможности взаимного обрыва радикалов из разных латексных частиц. Это обстоятельство открывает возможность получения полимеров с высокими молекулярными массами при скоростях реакции, значительно превышающих скорости при гомогенной полимеризации. К преимуществам данного метода следует отнести также легкость теплоотвода. Недостатки метода в основном связаны с дополнительными затратами на очистку конечного продукта от эмульгатора. Эмульсионная полимеризация широко используется для получения полимеров на основе сопряженных диенов:

бутадиена и изопрена и др. Этим способом полимеризуют также винилацетат, винилхлорид, акрилаты, метакрилаты и их смеси.

4. Полимеризацию в суспензии, так называемую «гранульную полимеризацию», проводят, диспергируя мономер, в виде капель размером порядка 10^{-5} – 10^{-1} см в нерастворяющей или плохо растворяющей среде (обычно в воде). Капли стабилизируют водорастворимыми полимерами (поливиниловый спирт, желатин), а также твердыми гидрофильными порошками (тальк, глина, окись магния). В отличие от эмульсионной полимеризации, при суспензионной полимеризации используют радикальные инициаторы, растворимые в мономере. Поэтому полимеризацию в каждой капле можно рассматривать как микроблочную полимеризацию со всеми ее закономерностями. Полимер образуется в виде мелких гранул, пригодных для дальнейшей переработки в изделия. Недостаток суспензионной полимеризации, как и в случае эмульсионной полимеризации, - необходимость отмывания полимера от стабилизатора суспензии. Полимеризацию в суспензии используют для синтеза поливинилхлорида, полистирола, полиметилметакрилата, поливинилацетата и других полимеров.

Примерный перечень вопросов для подготовки к практическим занятиям.

«Общая характеристика ВМС»

1. Полимер, это:

- a. Многомерное вещество
- b. Вещество, основой которого являются макромолекулы
- c. Вещество немолекулярного строения
- d. Соединение, образующееся при химических превращениях мономера

2. Макромолекула, это:

- a. Большая молекула
- b. Молекула из повторяющихся звеньев
- c. Молекула, имеющая цепное строение и высокую молекулярную массу
- d. Молекула макроскопических размеров

3. Мономер, это:

- a. Продукт, образующийся при разложении полимера
- b. Вещество, химическим превращением которого получают полимер
- c. Низкомолекулярное соединение способное участвовать в полимеризации, либо в поликонденсации с образованием макромолекул
- d. Реакционноспособное соединение, с участием которого образуется полимер

4. Олигомер, это:

- a. Смесь продуктов однотипного строения
- b. Соединение цепного строения
- c. Вещество, молекулярная масса которого больше, чем у мономера, но меньше, чем у полимера
- d. Полимергомолог невысокой молекулярной массы

5. Повторяющееся звено, это:

- a. Наименьшая группа атомов, повторением которой сформирована макромолекула
- b. Часть макромолекулы, повторением которой она образована
- c. Звено, образованное молекулой мономера при вхождении в полимерную цепь
- d. Пара соседних мономерных звеньев

«Фазовые и физические состояния полимеров»

- 1. Какие виды деформаций возможны при механическом нагружении полимерного образца?
- 2. В чем заключается термомеханическое исследование образца полимера?
- 3. Что представляет собой и что характеризует термомеханическая кривая?
- 4. Охарактеризуйте стеклообразное состояние полимера.
- 5. Что такое температура стеклования и как ее определить?
- 6. Что такое высокоэластическое состояние и каковы его особенности?
- 7. Что такое температура текучести и как она определяется?
- 8. Каковы особенности вязкотекучего состояния полимера?
- 9. Поясните сущность и условия возникновения вынужденной высокоэластичности.
- 10. Что такое температура хрупкости?

«Радикальная полимеризация»

1. Какие процессы называются цепными? Как изменится средняя степень полимеризации полимера при полимеризации метилметакрилата в массе с инициатором азобисизобутиронитрилом при 70 °С, если увеличить концентрацию инициатора в 9 раз:

не изменится;

увеличится в 9 раз;

уменьшится в 3 раза;

уменьшится в 9 раз?

2. Определите тепловой эффект полимеризации метилметакрилата в присутствии перекиси бензоила, если энтропия полимеризации составляет 120 Дж/моль град, а критическая температура полимеризации равна 77 °С.

3. Что является активным центром при полимеризации виниловых мономеров в присутствии иницирующей системы $\text{Fe}^{+2} + \text{H}_2\text{O}_2$:

катион;

анион;

свободный радикал;

полимеризация не протекает?

Приведите схему реакции.

4. Какие окислительно-восстановительные системы могут использоваться для инициирования радикальных процессов? Приведите схему полимеризации стирола в присутствии трис(ацетилацетоната) марганца.

5. Как изменится скорость полимеризации метилакрилата в массе в присутствии АИБН при 70 °С, если концентрация инициатора уменьшена в 4 раза:

не изменится;

уменьшится в 4 раза;

увеличится в 4 раза;

уменьшится в 2 раза?

6. Приведите известные вам ингибиторы радикальной полимеризации. На конкретных примерах поясните механизм их действия.

«Наука о полимерах. Основные понятия и определения»

1. Число структурных единиц, повторяющихся в макромолекуле, называется?

2. Повторяющаяся структурная единица макромолекулы называется:

а) мономер

б) мономерное звено

в) повторяющаяся часть

г) составное звено.

3. Повторяющаяся группа атомов в полимеризационном полимере

называется?

4. Повторяющаяся группа атомов в поликонденсационном полимере называется?

5. Особенность строения полимеров в том, что их макромолекулы состоят из

- а) большого числа структурных единиц
- б) из большого числа атомов
- в) из большого числа повторяющихся групп атомов.

6. Полимеры отличаются от олигомеров тем, что

- а) при добавлении к молекуле одной или нескольких групп атомов комплекс свойств полимера изменяется
- б) при добавлении к молекуле одной или нескольких групп атомов комплекс свойств полимера не изменяется
- в) положения
- а) и б) не могут являться критерием различия.

7. Гомополимер это:

- а) полимер, основная цепь которого построена из атомов одного вида
- б) полимер, полученный из одного мономера
- в) основная цепь содержит только один тип связей.

8. Согласно классификации полимеры по методам синтеза разделяют на?

9. С точки зрения состава цепи полиоксиэтилен - это полимер

- а) карбоцепной
- б) гомоцепной
- в) карбогетероцепной
- г) элементоорганический

10. Нитроцеллюлоза - это полимер

- а) природный
- б) искусственный
- в) синтетический

11. У макромолекулы в конфигурации боковые заместители расположены по одну сторону плоскости цепи

«Молекулярно-массовые характеристики полимеров»

1. Что понимается под среднечисловой молекулярной массой
2. Что понимается под среднемассовой молекулярной массой?
3. Абсолютные и относительные методы определения молекулярной массы.
4. Что означает термин полидисперсность полимера? Как её оценить?
5. Как правило, для не фракционированного полимера справедливо соотношение
 - а) M_w больше M_n
 - б) $M_w = M_n$
 - в) M_w меньше M_n
6. Что такое функции ММР?
7. Какие данные необходимы для построения кривых молекулярно-массового распределения?
8. На каких принципах основаны методы фракционирования полимеров?
9. Аналитические и препаративные методы фракционирования.

«Полимеризация. Классификация цепных полимеризационных процессов»

1. Какие реакции называются полимеризацией?
2. С каких точек зрения классифицируют эти процессы?
3. Процесс полимеризации с точки зрения термодинамики.
4. Что такое полимеризационно-деполимеризационное равновесие?
5. Как меняется энтропия в процессе полимеризации?
6. Как влияет строение мономера на изменение энтальпии процесса?
7. Как влияет строение винильного мономера на способность его к полимеризации по радикальному механизму?
8. Как влияет строение образующегося радикала на его активность в реакции полимеризации.

«Инициирование радикальной полимеризации»

1. Способы генерирования активных радикалов.
- 2 Термическое инициирование.

3. Фотохимическое инициирование. Квантовый выход.
4. Химическое инициирование.
5. Типы инициаторов.
6. Привести примеры инициаторов и реакции их распада.
7. Эффективность инициирования. Причины не полного расходования инициатора на прямой процесс.
8. Окислительно-восстановительное инициирование.
9. Целесообразность и преимущества того или иного способа инициирования.

«Рост цепи, реакционная способность мономеров и радикалов. Реакции обрыва цепи»

1. Обрыв цепи (реакции, приводящие к обрыву только материальной цепи).
2. Обрыв цепи (реакции, приводящие к обрыву материальной и кинетической цепи).
3. Ингибиторы и замедлители радикальной полимеризации. Примеры.
4. Реакции передачи цепи на полимер в процессе радикальной полимеризации легче будут происходить, если в качестве мономера используется
 - а) метилметакрилат
 - б) стирол
 - в) винилацетат
5. Теломеризация. Телогены.
6. Реакция теломеризации в органическом синтезе. Синтез мономеров.

«Катионная полимеризация. Анионная полимеризация»

1. Как влияет строение мономера на способность к полимеризации по тому или иному механизму?
2. Анионная полимеризация.
3. Катализаторы анионной полимеризации.
4. Что такое "живые полимеры", "живая полимеризация"?
5. Использование ?живой полимеризации?.
6. Катионная полимеризация.
7. Катализаторы катионной полимеризации.
8. Роль промоторов в катализе катионной полимеризации.
9. Виды обрыва цепи в катионной полимеризации.
10. Роль растворителя в ионной полимеризации.

«Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Сополимеризация»

1. Что такое стереоспецифическая полимеризация и стереорегулярные полимеры?
2. Принципы стереорегулирования в реакциях полимеризации.
3. Анионно-координационная полимеризация.
4. Катализаторы анионно-координационной полимеризации.
5. Напишите уравнения реакции полимеризации пропилена при катализе комплексом $TiCl_4 \cdot Al(C_2H_5)_3$.
6. Напишите пример реакции полимеризации изопрена на π -аллильных комплексах никеля.
7. Напишите уравнения реакций полимеризации бутадиена с использованием в качестве катализатора $BuLi$ (при проведении процесса в гептане и тетрагидрофуране).
8. Какие цели преследуют при осуществлении сополимеризации, приведите примеры.
9. Типы сополимеров.
10. Сополимеризация как технологический прием модификации полимеров.
11. Способы получения сополимеров.
12. Синтез статистических сополимеров.
13. Синтез блоксополимеров.
14. Синтез привитых сополимеров.
15. Синтез регулярных сополимеров.
16. Уравнение состава сополимера.
17. Константы сополимеризации.
18. Зависимость результата сополимеризации от соотношения значений констант сополимеризации.

«Поликонденсация»

1. Реакция поликонденсации. Классификация.
2. Особенностью поликонденсации является то, что:
 - а) строение звена эквивалентно строению мономера,
 - б) высокомолекулярный полимер присутствует только при высокой степени конверсии,
 - в) высокомолекулярный полимер присутствует уже при низкой степени конверсии,
 - г) молекулы мономера исчезают на ранней стадии процесса,
 - д) молекулы мономера исчезают в конце процесса.
3. Приведите уравнение, связывающее степень полимеризации со степенью завершенности реакции.
4. Основные закономерности реакции равновесной поликонденсации.
5. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при

поликонденсации.

6. Влияние стехиометрии, монофункциональных примесей и побочных реакций на молекулярную массу продуктов поликонденсации.

7. Для получения полимера с большей молекулярной массой при поликонденсации гликоля с дикарбоновой кислотой следует:

- а) подобрать подходящий катализатор
- б) взять больше гликоля
- в) выбрать оптимальную температуру
- г) взять больше дикарбоновой кислоты.

8. Напишите схему реакции получения полиэтиленгликольтерефталата (лавсана).

9. Приведите схему получения глифталевых смол, назовите область их применения.

«Неравновесная поликонденсация: межфазная, в растворе. Дегидрополиконденсация, полирекомбинация.»

1. Неравновесная поликонденсация, основные закономерности.

2. Межфазная поликонденсация.

3. Поликонденсация в растворе.

4. Приведите примеры реакции окислительной дегидрополиконденсации.

5. Приведите примеры полирекомбинации.

6. Напишите примеры реакции полидегидрохлорирования.

«Химические свойства и химические превращения полимеров»

1. Отметьте реакции, приводящие к изменению степени полимеризации:

- а) внутримолекулярной циклизации;
- б) привитой полимеризации;
- в) сшивания;
- г) отщепления;
- д) деструкции;
- е) внутримолекулярного присоединения;
- ж) полимераналогичные превращения.

2. Полимераналогичные превращения - это:

- а) синтез полимера аналогичной структуры, полимеризацией близкого по строению мономера;
- б) реакции, проводимые по функциональным группам полимера;
- в) пиролиз полимера до исходного мономера;
- г) отщепление функциональных боковых групп макромолекулы.

3. Каким путем может быть получен поливиниловый спирт?

4. Возможно ли получение изотактической полиакриловой кислоты? Если да, то, каким путем?
5. Перечислите и охарактеризуйте основные особенности реакционной способности полимеров.
6. Реакции внутримолекулярного присоединения.
7. Реакции внутримолекулярной циклизации.
- 8 Реакции внутримолекулярного отщепления.

«Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул»

1. Реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.
2. Термическая деструкция. Возможные направления деструкции.
3. Влияние строения полимера на основные направления термической деструкции.
4. При термическом воздействии преимущественно будет происходить деполимеризация:
 - а) полиэтилена;
 - б) полиметилметакрилата;
 - в) полиметакрилата;
 - г) поливинилхлорида
5. При термическом воздействии преимущественно будет происходить деполимеризация:
 - а) поливинилацетата;
 - б) полиформальдегида;
 - в) поли-альфа-метилстирола;
 - г) поливинилового спирта;
 - д) полипропилена.
6. Напишите реакции, протекающие при термической деструкции полиметилметакрилата.
7. При термическом воздействии преимущественное отщепление боковых групп будет наблюдаться в случае:
 - а) полиметилметакрилата;
 - б) поливинилхлорида;
 - в) полиакрилонитрила;
 - г) поливинилацетата;
 - д) полипропилена.
8. Напишите реакции, протекающие при фотодеструкции разбавленного раствора полиизопрена.
9. Напишите реакции, протекающие при фотодеструкции концентрированного раствора полиизопрена.

10. Приведите схему радиационной деструкции на примере полиэтилена.
11. При действии на полиэтилен γ -излучения основным летучим продуктом будет:
 - а) бутилен;
 - б) этилен;
 - в) водород.
12. Приведите общую схему реакций, протекающих при термоокислительной деструкции.
13. Напишите реакцию фотоокислительной деструкции полипропилена.
14. Привести пример гидролиза, применяемый в целях регенерации и вторичного использования полимерного материала.
15. Приведите пример озонирования и озонлиза каучука.
16. Механодеструкция, случаи проявления, использование явления.
17. Какой процесс называется пластикацией.
18. Что называется старением (деградацией) полимера.
19. Способы защиты полимера от деструкции.

«Конфигурационная и конформационная изомерия макромолекулы»

1. Виды изомерии в макромолекулах.
2. Что такое структурная изомерия?
3. Что такое пространственная изомерия?
4. Соединение звеньев в макромолекуле по типу «голова к голове» называется
 - а) браком
 - б) ненормальным присоединением
 - в) дефектом цепи
5. Какие типы конформаций макромолекул Вам известны?
6. Какие типы конфигураций макромолекул Вам известны?
7. Количественные оценки размера макромолекулы.

«Связь между средними размерами идеализированного клубка и контурной длиной цепи»

1. Связь между размером макромолекулы и учитываемыми параметрами звеньев цепи.
2. Модель свободно-сочленённой цепи.
3. Модель свободного вращения.
4. Модель с заторможенным вращением цепи.
5. Что называется исключённым объёмом?
6. Что понимается под гибкостью макромолекул?

7. Виды гибкости, в каких условиях они проявляются?
8. Термодинамическая гибкость макромолекул и критерии ее оценки
9. Факторы, определяющие термодинамическую гибкость.
10. Кинетическая гибкость макромолекул, количественная оценка.
11. Факторы, определяющие кинетическую гибкость.

«Поведение макромолекул в растворах»

1. Что такое энергия когезии? Чем оценивают энергию когезии полимеров?
2. Что такое параметр растворимости? Физический смысл этого параметра.
3. Какими методами можно определить параметр растворимости полимеров?
4. Термодинамика процесса растворения.
5. Что является критерием термодинамического сродства полимера и растворителя.
6. Какие растворы называются идеальными?
7. Какими методами можно определить химический потенциал растворителя?
8. Правило фаз Гиббса для системы полимер - растворитель может быть записано:
 - а) $\Phi = K + 1 + C$,
 - б) $\Phi = K + 2 + C$,
 - в) $\Phi = K + 3 + C$
9. На фазовой диаграмме полимер - растворитель кривая, отделяющая область однофазной системы от двухфазной, называется:
 - а) нодой,
 - б) параболой,
 - в) бинодалью,
 - г) равновесной кривой,
 - д) кинетической кривой.
10. Отметьте признаки истинных растворов:
 - а) принудительное образование
 - б) молекулярная или ионная дисперсность
 - в) уменьшение степени дисперсности во времени
 - г) наличие сродства между компонентами
 - д) агрегативная устойчивость
 - е) необратимость
6. Выберите признаки присущие истинным растворам:
 - а) агрегативная неустойчивость
 - б) увеличение степени дисперсности во времени
 - в) наличие поверхности раздела
 - г) самопроизвольное образование
 - д) отсутствие сродства между компонентами

е) обратимость

«Особенности процесса растворения полимеров. Ограниченное и неограниченное набухание. Пластификация»

1. Особенности процесса растворения полимеров.

2. Набухание – это

а) одностороннее смешение, при котором полимер играет роль растворителя, а вещество, в котором он набухает, - растворенного вещества.

б) процесс заполнения растворителем имеющихся в полимере пустот.

в) что-то другое?

3. Термин неограниченное набухание означает, что

а) полимер способен набухать в любых растворителях.

б) конечным результатом будет образование раствора.

в) полимер набухает длительное время.

4. Что означает термин отрицательное набухание?

5. Способы введения пластификатора в полимер.

6. Механизмы пластификации.

7. Межструктурная пластификация происходит:

а) при высоком термодинамическом сродстве пластификатора к полимеру;

б) если пластификатор является «плохим» растворителем;

в) если пластификатор является «хорошим» растворителем, но взят в очень малых количествах;

г) если существует сильное межмолекулярное взаимодействие молекул пластификатора с молекулами полимера.

д) что-то ещё?

8. Что является количественной оценкой действия пластификатора?

9. Какое явление называется анти пластификацией? Природа явления.

10. Какие требования предъявляются к пластификаторам?

11. Приведите примеры наиболее распространенных пластификаторов.

12. Какие системы называют студнями?

13. Что называется точкой гелеобразования?

14. Каким образом отличить студень от концентрированного раствора?

15. Студни, каркас которых образован полимерными молекулами, фиксированными физической сеткой являются:

а) термообратимыми,

б) термонеобратимыми,

в) оптически однородными,

г) гетерофазной системой,

д) термодинамически совместимой системой

16. Какой процесс называется синерезисом?

«Осмометрия растворов полимеров как метод определения

среднечисловых молекулярных масс»

1. Уравнение состояния полимера в растворе.
2. Связь осмотического давления раствора полимера с молекулярной массой.
3. Второй вириальный коэффициент.
4. Что такое «хороший», «плохой» растворитель?
5. Какими параметрами оценивают качество растворителя?
6. Как меняется осмотическое давление раствора с изменением качества растворителя?
7. Суть и возможности метода осмометрии.

«Гидродинамические свойства макромолекул и их особенности по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ»

1. Что такое вязкость?
2. Что называют кривыми течения?
3. Что такое ньютоновская и не ньютоновская вязкость?
4. Какое явление называется тиксотропией?
5. Используя какой прием можно понизить вязкость конкретного раствора полимера?
6. Как влияет температура на вязкость?
7. Что понимают под энергией активации вязкого течения?
8. Какие методы определения вязкости Вам известны? Приведите их краткую характеристику.
9. Что такое число Рейнольдса и для чего его определяют?
10. На основе какого закона определяют вязкость в капиллярных вискозиметрах?
11. Какие вязкостные характеристики растворов полимеров Вам известны?
12. Что связывает уравнение Хаггинса? В каких целях применяется?
13. Какую размерность может иметь характеристическая вязкость?
 - а) дл/г ;
 - б) Па.с ;
 - в) безразмерна;
 - г) $\text{см}^3/\text{г}$;
 - д) г/дл .
14. Значение характеристической вязкости одного и того же образца полимера с увеличением сродства растворителя к полимеру:
 - а) уменьшается;
 - б) растет;
 - в) не меняется.
15. Как определить характеристическую вязкость, если наблюдается зависимость вязкости от скорости сдвига?
16. Для чего предназначено уравнение Марка ? Хаувинга ? Куна? Как определить входящие в него константы?

17. Константа «а» из уравнения Марка - Хаувинга - Куна в тэта-условиях равна:

- 1) 0;
- 2) 0.5;
- 3) 1;
- 4) 1.5;
- 5) 2.

18. Что называется гидродинамическим коэффициентом набухания макромолекулы?

19. Как можно определить размеры макромолекулы, используя вискозиметрический метод?

«Полимерные тела. Аморфные полимеры»

1. Какие фазовые состояния полимеров Вам известны?

- а) стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее;
- б) твердое, жидкое;
- в) аморфное, кристаллическое.

2. Модель аморфного фазового состояния.

3. В каких физических состояниях может находиться аморфный полимер? Как определить области их существования?

4. Что такое температура стеклования? От чего она зависит?

5. Температура стеклования высокополимера увеличивается

- а) с ростом молекулярной массы полимера,
- б) с уменьшением молекулярной массы,
- в) не зависит от молекулярной массы полимера.

6. Для каучуков температура стеклования определяет

- а) верхний,
- б) нижний,
- в) средний температурный предел их эксплуатационных возможностей,
- г) не влияет на эксплуатационные свойства.

7. Для пластических масс температура стеклования определяет

- а) верхний,
- б) нижний,
- в) средний температурный предел их эксплуатационных возможностей,
- г) не влияет на эксплуатационные свойства.

8. Какая зависимость называется термомеханической кривой?

а) кривая зависимости деформации от приложенного напряжения, полученная при различных температурах;

б) кривая зависимости деформации от температуры;

в) кривая зависимости деформации от времени.

9. Приведите термомеханическую кривую для аморфного полимера.

10. Как проявляется процесс кристаллизации на термомеханической кривой?

11. Как проявляется процесс образования пространственной сетки на термомеханической кривой?
12. Что такое релаксация, релаксационные процессы?
13. Что такое время релаксации?
14. Виды и природа деформаций, развиваемых в полимере под нагрузкой.
15. Что такое ползучесть?
16. Как выглядит типичная кривая ползучести, и какие параметры из нее можно определить?

«Высокоэластическое состояние. Вязкотекучее состояние»

1. В каких физических состояниях может находиться аморфный полимер?
2. В чем основное отличие физических состояний полимера?
3. Приведите зависимость нагрузка - удлинение для полимера, находящегося в высокоэластическом состоянии. Объясните характер отражаемых процессов.
4. Что такое петля гистерезиса? Каковы возможные причины гистерезисных явлений?
5. Как можно разделить высокоэластическую деформацию и деформацию течения (вязкоупругую)?
6. Приведите зависимость нагрузка - удлинение для полимера, находящегося в стеклообразном физическом состоянии. Объясните характер отражаемых процессов.
7. Что такое вынужденная эластичность?
8. Что называют пределом вынужденной эластичности?
9. Что называют температурой хрупкости? Как ее определить?
10. Почему высокоэластическая и вынужденно-эластическая деформация имеют релаксационный характер?
11. В гомологическом ряду с увеличением молекулярной массы полимера температура текучести
 - а) уменьшается,
 - б) увеличивается,
 - в) практически не изменяется.
12. Приведите вид зависимости вязкости от молекулярной массы для расплава полимера.
13. Изменение вязкости расплава полимера в гомологическом ряду зависит от
 - а) массы сегмента,
 - б) температуры,
 - в) молекулярной массы.
14. Энергия активации вязкого течения гибкоцепного полимера в расплаве зависит:
 - а) от температуры,
 - б) от молекулярной массы,

- в) от массы сегмента,
- г) от химического строения звена

«Кристаллическое фазовое состояние полимеров»

1. Почему некоторые полимеры кристаллические, а другие аморфны?
2. Какие полимеры называются кристаллическими, а какие кристаллизующимися?
3. Что такое степень кристалличности? Методы оценки степени кристалличности.
4. Что понимают под температурой плавления полимера?
5. Что называется надмолекулярной структурой?
6. Какие типы надмолекулярных структур Вам известны?
7. Что такое кристаллит?
8. Что такое монокристалл?
9. Как устроен ламелярный кристалл?
10. В каких условиях может происходить формирование кристаллов с выпрямленными цепями, а в каких - со сложенными?
11. Кристаллы с выпрямленными цепями.
12. Как устроен фибриллярный кристалл?
13. Каковы различия в строении фибриллярного кристалла в кристаллических и ориентированных полимерах?
14. Типы и устройство сферолита.
15. Приведите термомеханическую кривую для кристаллического полимера. Зависит ли ее вид от степени кристалличности?
16. Приведите кривую нагрузка - удлинение для высоко кристаллического полимера. Объясните наблюдаемую зависимость.
17. Что называют напряжением рекристаллизации?

Список рекомендуемой литературы:

Основная литература:

1. Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. - Электрон. дан. СПб. : Лань, 2014. - 223 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=4036
2. Кленин В.И. Высокомолекулярные соединения: учебник. - 2-е изд., испр.- СПб.:Лань, 2013. - 512 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=5842
3. Полиэлектролиты [Текст : электронный ресурс]: методические указания к курсу 'Высокомолекулярные соединения' / Казан. гос. ун-т; [сост.: доц. А. А. Собанов, доц. Л. М. Бурнаева, проф. Р. А. Черкасов <http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/0-765416.pdf>

Дополнительная литература:

1. Кулезнев В.Н. ,Шершнеv В.А. Химия и физика полимеров. - 2-е изд., испр.- СПб.:Лань, 2014. - 368 с.http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=51931
2. Азаров В.И., Буров А. В., Оболенская А. В. Химия древесины и синтетических полимеров. - 2-е изд., испр.- СПб.:Лань, 2010. - 624 с. http://e.lanbook.com/books/element.php-pl1_id=4022

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания по организации и проведению самостоятельной
работы студентов**
по дисциплине
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Направление подготовки 04.03.01 Химия
Направленность (профиль) Химия окружающей среды, химическая
экспертиза и экологическая безопасность

Ставрополь, 2026

Содержание

Пояснительная записка	3
Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы студентов	4
Критерии оценки самостоятельной работы студентов	6
Вопросы для собеседования по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»	8
Рекомендуемая литература	9

Пояснительная записка

Цель самостоятельной работы:

1. Систематизировать современные процессы интеграции Российского высшего образования в общеевропейскую и мировую образовательную практику; раскрыть сущность проблем организации учебно-воспитательного процесса на современном этапе развития высшего образования.

2. Подобрать такой дидактический материал для самостоятельной работы студентов, который бы позволил применить полученные знания на практике и развивать инициативу, активность и творческие способности.

3. Помочь обучающимся в формировании у них обоснованной гуманистической идеологии, в осмыслении с этих позиций новаторских и традиционных педагогических систем и педагогического опыта.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины «Высокомолекулярные соединения». По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Основными **формами работы и контроля** являются:

Контрольная работа - форма проверки и оценки усвоенных знаний, получения информации о характере познавательной деятельности, уровня самостоятельности и активности студентов в учебном процессе, эффективности методов, форм и способов учебной деятельности. Эта форма самостоятельной работы студента выявляет умение применять теоретические знания на практике, помогает проверить усвоение курса перед экзаменом (зачетом).

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение

собственных взглядов на нее.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы студентов

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по дисциплине

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию в ходе последующих дискуссий,
- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в большем объеме фактов и событий, в сравнительно-аналитическом характере изложения материала, его теоретической (методологической) составляющей.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования указанными конспектами.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;

- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики собеседования.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в

работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 10 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 20 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала (14 кегль) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое

приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Задания, выносимые на самостоятельную работу, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет делать выводы относительно возможного механизма реакции, причем не затрудняется с ответом при прогнозировании не только структурных, но и пространственных результатов важнейших реакций с участием органических соединений, показывает высокий уровень владения основными методами определения пространственного строения веществ в соответствии с программными требованиями, ответы на вопросы логически выстроены и убедительны.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если студент твердо знает материал, грамотно и по существу использует принципы конфигурационного и конформационного строения молекул, не допуская существенных неточностей, демонстрирует высокий уровень владения навыками изучения механизма реакции на основе современных физико-химических методов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если студент показывает небольшое количество ошибок, не препятствующих общему пониманию механизма реакции, использует и знает взаимосвязь между пространственным строением молекул и механизмом реакций, отвечает на вопросы в основном полно при слабой логической оформленности высказывания.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные теоретические ошибки, не может логически правильно передать информацию.

Вопросы для собеседования по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»

1. Основные определения в химии полимеров, их отличия от низкомолекулярных соединений. Значение ВМС в современном обществе.
2. Система классификации полимеров.
3. Синтез мономеров.

4. Изомерия ВМС.
5. Взаимосвязь химического строения мономера с его способностью к полимеризации.
6. Типы процессов полимеризации.
7. Радикальная цепная полимеризация.
8. Влияние примесей на ход радикальной полимеризации.
9. Катионная полимеризация.
10. Анионная полимеризация. Влияние природы щелочного металла на механизм процесса.
11. Ступенчатая полимеризация и поликонденсация.
12. Разновидности поликонденсации.
13. Побочные процессы при поликонденсации.
14. Отличительные особенности цепной полимеризации и поликонденсации.
15. Анионно-координационная полимеризация. Сравнение механизмов этого процесса.
16. Преимущества координационной полимеризации перед радикальной цепной полимеризацией.
17. Сополимеризация, общие понятия.
18. Блок- и привитые сополимеры.
19. Трехмерные сшитые полимеры.
20. Полиолефины. Получение, свойства, применение.
21. Полистирол. Получение, свойства, применение.
22. Поливинилхлорид. Получение, свойства, применение.
23. Реактопласты. Получение, свойства, применение.
24. Химическая модификация эластомеров.
25. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.
26. Конфигурация макромолекул.
27. Конформация макромолекул.
28. Физические свойства полимеров.
29. Связь свойств полимеров с их структурой.
30. Методы исследования полимеров.
31. Природные полимеры: полисахариды, белки, нуклеиновые кислоты, шёлк, шерсть, коллаген, целлюлоза, лигнин.
32. Полимерные композиционные материалы.
33. Виды переработки полимеров.
34. Деструкция синтетических полимеров.
35. Природные и синтетические полимеры. Значение для промышленности.

Литература.

1. Перечень основной литературы:

1. Кленин В. И., Федусенко И. В. Высокомолекулярные соединения / 2-е изд., испр. – М.: Изд-во «Лань», 2022. – 512 с. – ISBN 978-5-8114-1473-4 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211184> (дата обращения: 30.04.2022).
2. Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. Введение в химию полимеров / 2-е изд., стер. – М.: Изд-во «Лань», 2022. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-1325-6 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210971> (дата обращения: 30.04.2022).

2. Перечень дополнительной литературы:

1. Бахарева С. В. Химия высокомолекулярных соединений: учебно-методическое пособие для бакалавров / Оренбург.: Изд-во «Оренбургский государственный педагогический университет», 2021. – 88 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/179884> (дата обращения: 30.04.2022).
2. Апель П. Ю., Артошина О. В. Высокомолекулярные соединения: сборник лабораторных работ: учебное пособие / Дубна.: Изд-во «Государственный университет «Дубна»», 2016. – 66 с. – ISBN 978-5-89847-470-6 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/196879> (дата обращения: 30.04.2022).

3. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов при освоении дисциплины «Высокомолекулярные соединения»: Для студентов химического факультета направлений подготовки 04.03.01 – Химия / – Томск.: Изд-во «Национальный исследовательский Томский государственный университет», 2014. – 114 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/106166> (дата обращения: 30.04.2022).

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины):

1. <http://www.xumuk.ru>
2. <http://www.chemport.ru>
3. <https://poznayka.org>
4. <https://studfiles.net>
5. <http://orgchemlab.com>
6. <https://elibrary.ru/>
7. <http://biblioclub.ru/>
8. <https://www.lektorium.tv>